

УДК 639.2.053

**Метод анализа ихтиоценозов малых водоёмов Калининградской области на основе контрольных обловов сетными орудиями лова***С. В. Шибяев, А. В. Соколов*

ФГОУ ВПО «Калининградский Государственный Технический Университет» (Калининград)

e-mail: shibaev@klgtu.ru

Рассматривается методический подход к исследованию ихтиоценозов малых водоёмов с использованием набора ставных разноячейных сетей. Обосновывается перечень параметров ихтиоценозов и популяций рыб, которые могут быть оценены на основе анализа результатов контрольных обловов. Анализируется возможность интерпретации результатов исследования для оценки относительной численности и возможного вылова.

**Ключевые слова:** Калининградская область, малые водоёмы, жаберные сети, ихтиоценоз, видовая структура, численность, биомасса популяций.

**ВВЕДЕНИЕ**

Рыбохозяйственное освоение малых внутренних водоёмов России в последние годы становится весьма актуальным. Это связано с появлением возможности развития не только собственно промысла, но также фермерских хозяйств и различных видов рекреационного рыболовства. Причём рекреационное рыболовство во многих случаях может обеспечить гораздо более эффективное с экономической точки зрения использование водных биоресурсов по сравнению с коммерческим ловом. Организация таких форм ведения рыболовства на малых водоёмах в соответствии с существующим законодательством должна осуществляться на основе оценки состояния запасов водных биоресурсов и разработки величины возможного вылова, не приводящего к утрате рыбохозяйственного значения водоёмов. Вместе с тем исследование ихтиофауны малых водоёмов

имеет свои особенности. Во-первых, численность таких водоёмов в большинстве регионов страны, как правило, очень значительна, что физически не позволяет проводить оценку запасов на каждом из них. Во-вторых, в таких водоёмах обычно невозможно применение активных орудий лова, например, неводов, для оценки плотностей рыбного населения и структуры ихтиоценозов в целом. Данные проблемы имеют место и в Калининградской области.

Цель работы заключалась в разработке методики оценки состояния запасов рыб в малых водоёмах на основе контрольных обловов сетными орудиями лова.

В Калининградской области последние крупномасштабные исследования ихтиофауны внутренних водоёмов проводились в 1960–1970 гг. При этом основным направлением работы была оценка внутренних водоёмов с точки зрения организации на них товарных

рыбоводных хозяйств. Структуре рыбных сообществ достаточного внимания не уделялось. Поэтому, когда в 2000-х гг. встал вопрос об оценке общего допустимого улова (ОДУ) по внутренним водоёмам, оказалось, что адекватной информации для её расчёта не существует [Шибяев и др., 2009].

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Водный фонд Калининградской области, насчитывающий 778 водоёмов, включает в себя 76 озёр, 7 водохранилищ и 48 прудов общей площадью 3,6 тыс. га [Шибяев и др., 2008]. Учитывая, что для ежегодной оценки ОДУ проведение контрольных обловов на каждом водоёме физически невозможно, были выделены типовые водные объекты, данные по ихтиофауне которых могут быть экстраполированы на другие водоёмы. На каждом водоёме на нескольких станциях проводились контрольные обловы стандартным набором (порядком) донных и пелагических жаберных сетей из мононити (толщина нити 0,15 мм) с шагом ячеи 14, 16, 18, 20, 24, 27, 30, 33, 35, 40, 45, 50 мм. Продолжительность постановки порядка сетей составляла около суток. В ряде случаев применялись дневные и ночные постановки. Данные контрольных обловов обрабатывались с помощью информационно-аналитической системы «Рыбвод» [Шибяев, 2004].

По итогам обработки первичных полевых наблюдений получены величины уловов каждого вида рыбы в сети с каждым шагом ячеи, приведённые к единому знаменателю — единице промыслового усилия. За величину усилия обычно принимается постановка сети некоторой стандартной длины на сутки (сетесутки). Величина улова может выражаться в единицах численности ( $Y_{N/f}$ , экз./усилие) или биомассы ( $Y_{W/f}$ , кг/усилие). Принимая, что при прочих равных условиях величина улова на единицу промыслового усилия определяется плотностью рыбного населения, полученные показатели могут интерпретироваться как индексы численности  $Y_{N_{Fish,Cell}}$  и биомассы  $Y_{W_{Fish,Cell}}$  данного вида (*Fish*) с учётом селективности сети с данным шагом ячеи (*Cell*).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалы контрольных обловов по разным водоёмам послужили основой для разработки методики анализа ихтиоценозов малых озёр.

Само по себе единичное значение индекса численности или ихтиомассы не имеет существенного информационного значения. Вместе с тем, имея набор значений индексов по серии уловов разноразмерными сетями, мы получаем возможность оценки различных структурных

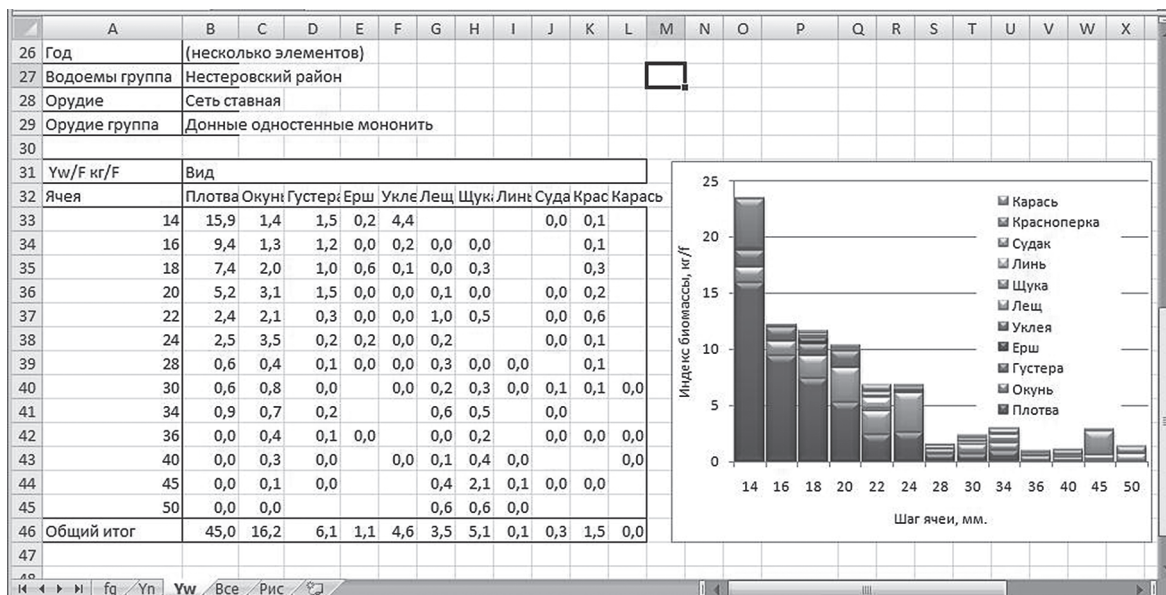


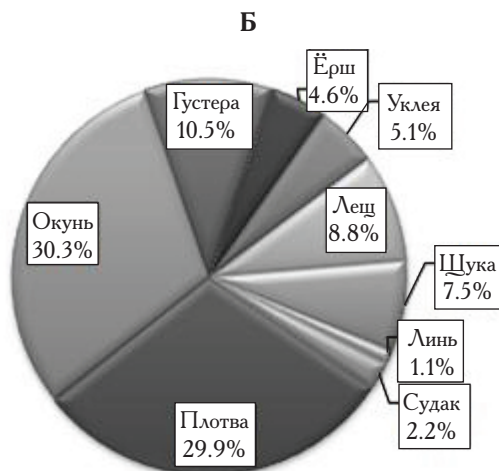
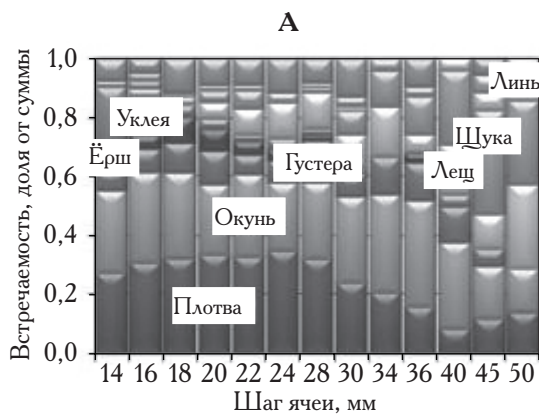
Рис. 1. Фрагмент сводной таблицы Excel с расчётами некоторых характеристик ихтиофауны озёр Нестеровского района Калининградской области

характеристик ихтиофауны. Данная оценка проводится путём интеграции отдельных уловов в соответствии с задаваемыми условиями. Такими условиями могут быть тип водоёма, его площадь, глубина, местоположение и т.п., а также время проведения наблюдений. Подобный анализ может быть легко проведён с помощью сводных таблиц Excel (рис. 1).

Рассмотрим основные характеристики ихтиоценоза, которые могут быть оценены на основе данных контрольных уловов набором разноячейных сетей, и методы их интерпретации.

**1. Частота встречаемости  $f_q$**  каждого вида рассчитывается как отношение количества обловов  $nY_{Cell}^{Fish}$ , в которых был встречен данный вид ( $Fish$ ), к общему количеству обловов  $nY_{Cell}$  сети с заданным шагом ячеи ( $Cell$ ):

$$f_{q_{Cell}}^{Fish} = \frac{nY_{Cell}^{Fish}}{nY_{Cell}}. \quad (1)$$



**Рис. 2.** Характеристика структуры ихтиоценоза озёр Нестеровского района Калининградской области по

Данная характеристика позволяет судить о роли какого-либо вида рыбы в формировании улова сети с конкретной ячеей. В последующем, анализируя совокупность частот встречаемости вида ( $Fish$ ) в наборе разноячейных сетей:

$$f_{q_{Cell}}^{Fish} = f_{q_{Cell\ min}}^{Fish} \dots f_{q_{Cell\ max}}^{Fish} \quad (2)$$

мы получаем некоторый аналог размерной структуры популяции и вероятностную оценку её роли в ихтиоценозе (рис. 2, А). Проведя интеграцию частоты встречаемости каждого из видов в связи с фактами попадания его в орудие лова с тем или иным шагом ячеи, можно дать характеристику ихтиоценоза в целом (рис. 2, Б). Например, на приведённых рисунках видно, что по частоте встречаемости ихтиоценоза озёр формируются за счёт плотвы, окуня, уклеи и ерша в его части, представленной мелкими особями (которые отлавливаются сетями с шагом ячеи менее 36 мм), а также щукой, судаком и лещом для крупноячейных сетей.

**2. Виртуальный размерный состав** популяции данного вида рыбы ( $Fish$ ) может быть представлен как набор значений индексов численности ( $Y_{N_{Cell}}^{Fish}$ ) или биомассы ( $Y_{W_{Cell}}^{Fish}$ ) в уловах различных сетей с шагом ячеи от минимального ( $CellMin$ ) до максимального ( $CellMax$ ):

$$Y_{N_{Cell}}^{Fish} = Y_{N_{Cell\ min}}^{Fish}, \dots, Y_{N_{Cell\ max}}^{Fish}; \quad (3)$$

$$Y_{W_{Cell}}^{Fish} = Y_{W_{Cell\ min}}^{Fish}, \dots, Y_{W_{Cell\ max}}^{Fish}. \quad (4)$$

**3. Виртуальная размерная структура** популяции данного вида рыбы ( $Fish$ ), описываемая как совокупность долей по численности ( $\rho Y_{N_{Cell}}^{Fish}$ ) или биомассе ( $\rho Y_{W_{Cell}}^{Fish}$ ) в уловах различных сетей с шагом ячеи от минимального ( $Cellmin$ ) до максимального ( $Cellmax$ ):

$$\rho Y_{N_{Cell}}^{Fish} = \rho Y_{N_{Cell\ min}}^{Fish}, \dots, \rho Y_{N_{Cell\ max}}^{Fish}, \quad (5)$$

где 
$$\sum_{Cell\ min}^{Cell\ max} \rho Y_{N_{Cell}}^{Fish} = 1.$$

$$\rho Y_{W_{Cell}}^{Fish} = \rho Y_{W_{Cell\ min}}^{Fish}, \dots, \rho Y_{W_{Cell\ max}}^{Fish}, \quad (6)$$

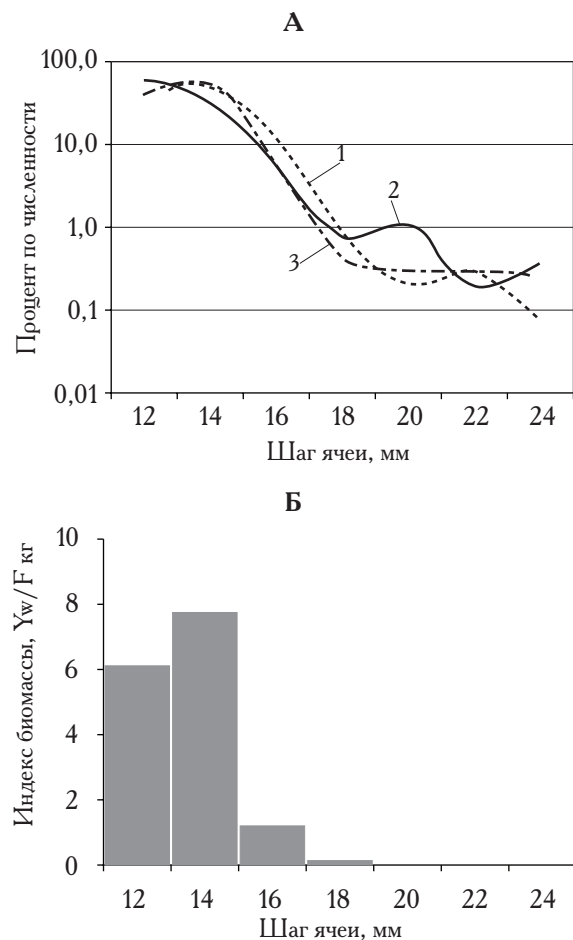
где 
$$\sum_{Cell\ min}^{Cell\ max} \rho Y_{W_{Cell}}^{Fish} = 1.$$

Идентификатором размерной группы здесь выступает шаг ячеи (*Cell*). Не зная фактической размерно-возрастной структуры популяции, которую можно оценить только по улову озеживающим орудием, данная характеристика позволяет судить о двух параметрах:

— пространственно-временной динамике размерной структуры популяции анализируемого вида (рис. 3, А);

— размерной структуре популяции с точки зрения выбора оптимального шага ячеи в сетях, который обеспечивает наибольшую эффективность промысла (рис. 3, Б).

Например, на рис. 3 отчётливо проявляется относительная стабильность состояния популяции ряпушки в течение трёх лет (отсутствуют урожайные поколения), и может быть выбран оптимальный ассортимент ставных сетей, обеспечивающий наибольшие уловы. В данном



**Рис. 3.** Виртуальная размерная структура (А) и размерный состав (Б) по массе ряпушки оз. Виштынецкого Калининградской области

случае наиболее производительной является сеть с шагом ячеи 14 мм, которая даёт уловы до 8 кг/сетесутки, в отличие от традиционно используемой рыбаками сети 18 мм с уловом менее 1 кг в сутки.

**4. Виртуальный размерно-видовой состав** описывается как набор значений индексов численности ( $Y_{N_{Fish,Cell}}$ ) или биомассы ( $Y_{W_{Fish,Cell}}$ ) каждого из видов рыбы (*Fish*), оцененного по улову каждого шага ячеи (*Cell*). Здесь, в отличие от популяционного уровня, переменными являются как вид рыбы, так и шаг ячеи. Анализ данной характеристики позволяет судить о структуре ихтиоценоза исследуемого водоёма, его пространственной и временной изменчивости. Например, на рис. 4, А показана характеристика размерно-видового состава ихтиоценоза озер Нестеровского района Калининградской области, а на рис. 4, Б — изменения размерно-видового состава ихтиоценоза оз. Виштынецкого по глубинам.

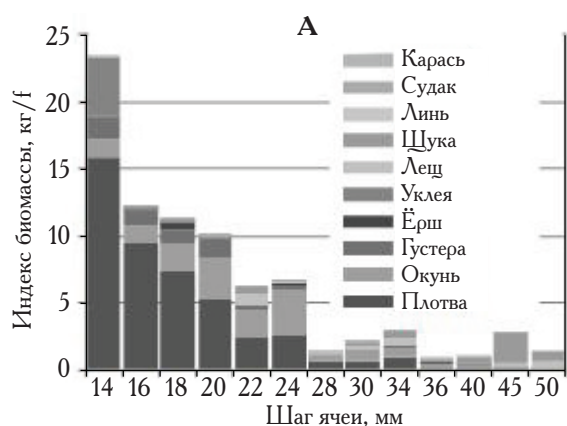
Приняв, что коэффициент абсолютной уловистости сетей с разным шагом ячеи одинаков ( $q_{Cell}^{Fish} = const$ ), можно оценить относительную численность каждого вида как сумму индексов его численности во всех орудиях лова

$$Y_{N_{Fish}} = \sum_{Cell=min}^{Cell=max} Y_{N_{Fish,Cell}}$$

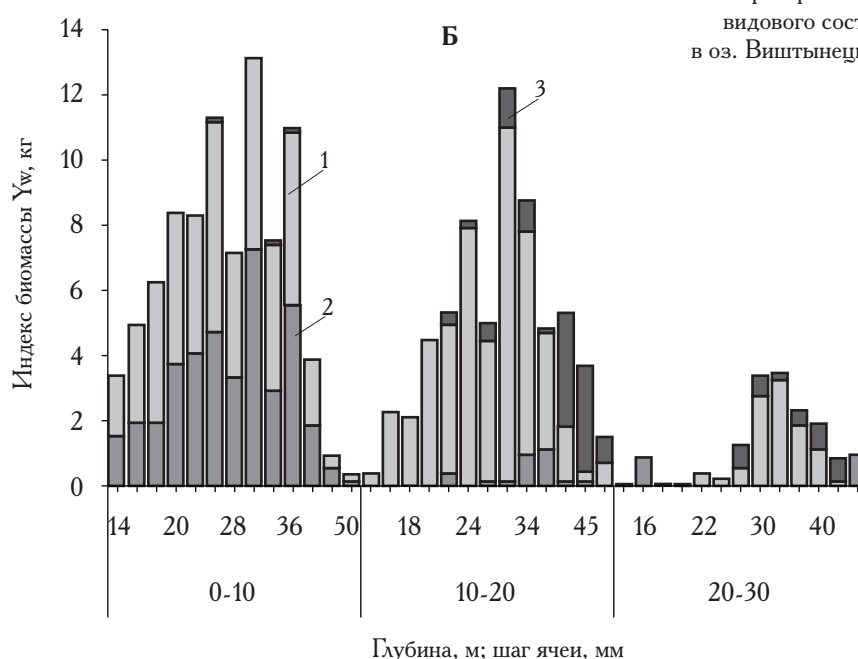
и виртуальную видовую структуру всего ихтиоценоза по численности  $\rho Y_{N_{Fish}}$  или биомассе  $\rho Y_{W_{Fish}}$ . Результат такого анализа может быть представлен в виде круговой диаграммы, аналогичной рис. 2, Б, но построенной уже не по частоте встречаемости, а по суммарным индексам численности или биомассы.

Заметим, что термином «состав» обозначается набор абсолютных значений индексов численности или биомассы всех видов рыбы или сетей с разным шагом ячеи. Термин «структура» характеризует соотношение аналогичных индексов, выраженных в долях от единицы или процентами [Шибаев, 2004].

Слово «виртуальная» в данном случае подчёркивает, что рассчитанная характеристика не является собственной характеристикой популяции или ихтиоценоза, а представляет собой эмерджентное свойство, возникающее как результат взаимодействия рыбного сообщества



**Рис. 4.** Характеристика видового состава ихтиоценоза малых озер (А) и пространственная динамика размерно-видового состава промысловых рыб (Б) в оз. Виштынецком Калининградской области



с селективными характеристиками используемого орудия лова. Приняв, что последние являются стабильными в течение всего периода исследования, что достигается применением одного и того же набора орудий лова, мы получаем возможность вести мониторинг изменений структурных характеристик ихтиофауны по виртуальным структурам.

**5. Относительная численность и ихтиомасса ихтиоценоза.** Под «относительной численностью» понимается некоторая величина, пропорциональная абсолютной численности, когда коэффициент пропорциональности неизвестен. В данном случае коэффициентом пропорциональности выступает коэффициент улавливаемости, который определяется двумя параметрами: 1) коэффициентом уловистости,

который может быть специфичен для каждого шага ячеи и вида рыбы. Применительно к ставным сетям коэффициент уловистости, как правило, неизвестен; 2) доступностью объекта лова, который в свою очередь зависит от зоны облова. Для сетей эта зона также оказывается неизвестной. Предложения некоторых исследователей принимать за зону облова площадь круга с диаметром равным длине сети [Трещев, 1983] представляются необоснованными.

Полученные в результате проведенных исследований материалы позволили провести объективную оценку структуры ихтиоценозов малых водоёмов Калининградской области. Наибольшими запасами рыб обладают пойменные реки с прилегающими водоёмами, улов на усилии на которых составил в среднем 112 кг



на сетепостановку стандартного порядка сетей ячейностью от 14 до 50 мм. В ихтиоценозах таких водоёмов преобладает плотва — 56,1% по массе, достаточно большое значение имеют рыбец и лещ — 15,5 и 6,4% по массе соответственно. Относительная биомасса рыб в прочих типах водоёмов (озёра, водохранилища, карьеры, пруды) значительно меньше и находится на уровне 43–63 кг/сетепостановку. Преобладающая роль плотвы в ихтиоценозе сохраняется для водохранилищ — 66%. В прочих типах водоёмов достаточно большой удельный вес приобретают и другие виды, в т.ч. в озёрах — окунь (60%), в прудах — густера (55,6% по массе) (рис. 5).

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные показатели относительной численности можно применить на практике для определения возможного вылова в конкретном водоёме. Для этого представим ситуацию, что на некоторой площади проводится облов сетями длиной 25 м с разным шагом ячеи (от 14 до 25 мм). В результате суммарный единократный улов будет отражать некоторую минимальную величину промысловой продуктивности данного водоёма. Проблема состоит в оценке площади водоёма, на которую приходится этот улов. Попытки определения площади облова сети через расчёт расстояния, с которого рыба

может подойти к сети, скорость движения рыбы и аналогичные показатели представляются малоперспективными, т.к. все эти параметры очень сильно варьируют. Поэтому для простоты можно принять, что сети выставлены в водоёме так, чтобы между ними расстояние было 100 м, что близко к ограничениям, используемым в правилах рыболовства. В этом случае, если попытаться установить в водоёме максимальное количество стандартных сетей длиной 25 м, окажется, что на одну сеть придется площадь, равная 1,25 га. Зная величину улова, приходящуюся на одну стандартную сеть, можно рассчитать минимальный улов, который может быть получен со всего водоёма. Учитывая, что коэффициент уловистости стандартных сетей заведомо меньше допустимого коэффициента изъятия, который для разных видов рыб может составлять от 10 до 50%, данная величина возможного улова обеспечивает предосторожный характер использования водных биоресурсов и может быть принята как минимальная величина общего допустимого улова в условиях дефицита информации.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный методический подход показывает возможность решения ряда как теоретических, так и практических задач по исследованию ихтиоценозов малых озёр с ис-

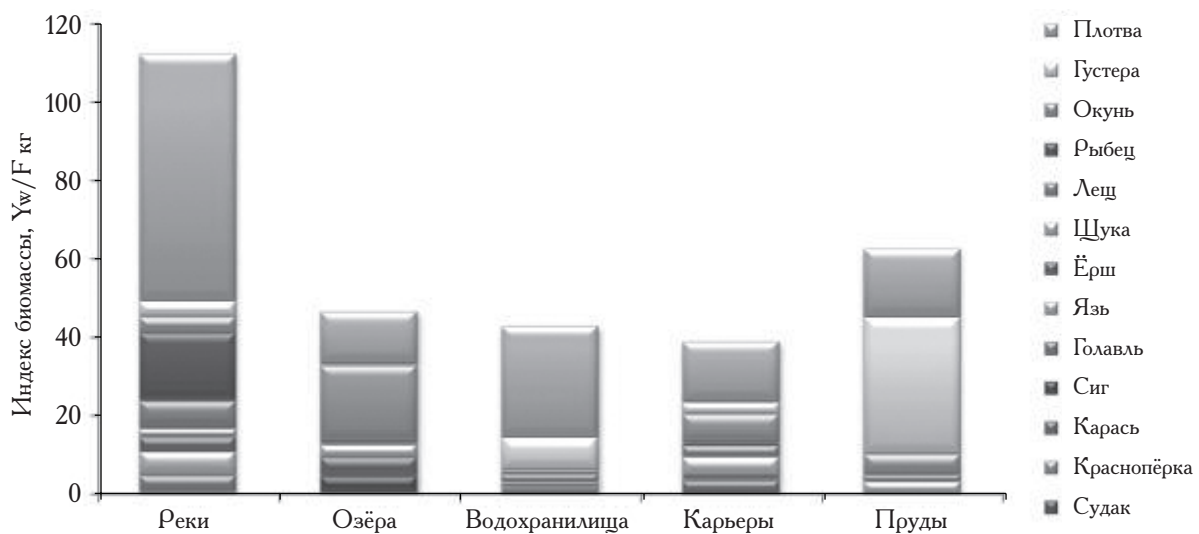


Рис. 5. Характеристика структуры ихтиоценозов разнотипных водоёмов Калининградской области по индексу биомассы

пользованием набора ставных разноячейных сетей, дающих относительную оценку численности и биомассы популяций рыб, в том случае, когда применение методики абсолютной оценки невозможно.

#### ЛИТЕРАТУРА

Шибает С. В., Соколов А. В., Новожилков О. А., Руйгитте Ю. К., Гулина Т. С., Барановский П. Н., Алдушин А. В. 2009. Первые результаты ревизии современного состояния ихтиофауны озёр Калининградской области. // Материалы VII междуна-

родной научной конференции «Инновации в науке и образовании», 20–22 октября 2009, Калининград, КГТУ. Ч. 1. С. 50–51.

Шибает С. В., Хлопников М. М., Соколов А. В. и др. 2008. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоёмов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина». 200 с.

Шибает С. В. 2004. Системный анализ в рыбохозяйственных исследованиях. Калининград: Изд-во КГТУ. 311 с.

Трещев А. И. 1983. Интенсивность рыболовства. М.: Легкая и пищевая промышленность. 236 с.

## Method of Analysis of Ichthyocenosis in Small Water-Bodies of Kaliningrad Oblast by means of Catches of Gill Nets

*S. V. Shibaev, A. V. Sokolov*

Kaliningrad State Technical University (Kaliningrad)

e-mail: shibaev@klgtu.ru

The article is about a methodical approach to study of ichthyocenosis in small water bodies using a collection of gill nets with various cell-mess. It has been described a list of parameter which can be calculated on the base of catches and used for evaluation of the current state of ichthyocenosis and fish populations. It is analyzed a possibility of the interpretation of the results of studies to assess the relative abundance and potential yield.

**Key words:** Kaliningrad oblast, small water-bodies, gill nets, ichthyocenosis, species composition, abundance, biomass, fish population.